



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119110985 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 10

(21) 申请号 202380037107.0

(22) 申请日 2023.10.10

(30) 优先权数据

2022-177079 2022.11.04 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.10.29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/036711 2023.10.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/095714 JA 2024.05.10

(71) 申请人 富士电机株式会社

地址 日本

(72) 发明人 渡壁翼 岩谷昭彦 中村瑶子

玉井雄大 齐藤麻衣

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 厉敏

(51) Int.Cl.

H01L 21/60 (2006.01)

H01L 23/48 (2006.01)

H01L 25/07 (2006.01)

H01L 25/18 (2023.01)

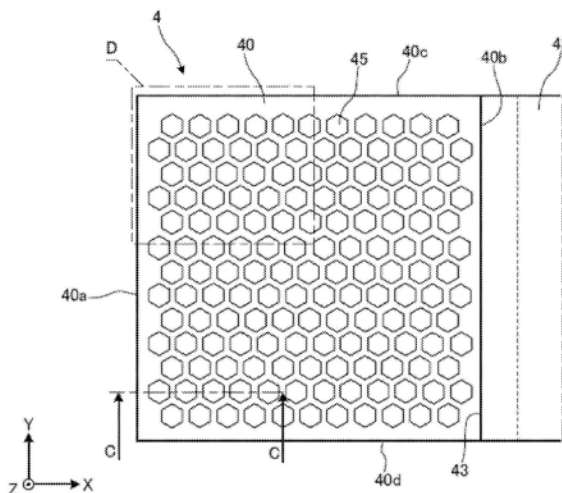
权利要求书1页 说明书11页 附图10页

(54) 发明名称

半导体模块

(57) 摘要

提高半导体模块中的金属布线板的接合部与密封树脂之间的密合性。半导体模块(1)具备:层叠基板(2),其在绝缘板(20)的上表面配置有多个电路板(22);半导体元件(3),其配置于至少一个电路板的上表面;以及金属布线板(4),其配置于半导体元件的上表面。金属布线板具有板状的接合部(40),该接合部(40)经由接合材料(S3)与半导体元件的上表面接合,该半导体模块(1)具有使接合部的上表面粗糙化的多个粗糙化凹部(45),多个粗糙化凹部各自俯视时呈六边形。



1. 一种半导体模块,其中,
该半导体模块具备:
层叠基板,其在绝缘板的上表面配置有多个电路板;
半导体元件,其配置于至少一个所述电路板的上表面;以及
金属布线板,其配置于所述半导体元件的上表面,
所述金属布线板具有板状的接合部,该接合部经由接合材料与所述半导体元件的上表面接合,

该半导体模块具有使所述接合部的上表面粗糙化的多个粗糙化凹部,多个所述粗糙化凹部各自俯视时呈六边形。

2. 根据权利要求1所述的半导体模块,其中,
多个所述粗糙化凹部配置为各自的中心位于所述接合部的俯视时呈六边形格子的格子点上,并且为相同的朝向。

3. 根据权利要求1或2所述的半导体模块,其中,
在所述接合部的上表面具有多个由在第1方向上空开间隔地排列的多个所述粗糙化凹部构成的粗糙化凹部列,

相邻的两个所述粗糙化凹部列在所述第1方向上使彼此的所述粗糙化凹部的位置错开地配置,并且在与所述第1方向正交的第2方向上具有彼此的所述粗糙化凹部的局部重叠的区域。

4. 根据权利要求3所述的半导体模块,其中,
所述接合部在俯视时呈矩形形状,
所述第1方向和所述第2方向包括与所述接合部的外缘平行的方向和与所述接合部的外缘交叉的方向。

5. 根据权利要求1或2所述的半导体模块,其中,
所述接合部在俯视时呈矩形形状,
多个所述粗糙化凹部各自以俯视时构成六边形的六个内壁面中的两个内壁面与所述接合部的外缘平行的朝向配置。

半导体模块

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体模块。

背景技术

[0002] 半导体模块具有设有IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor:绝缘栅双极晶体管)、功率MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor:金属氧化物半导体场效应晶体管)、FWD(Free Wheeling Diode:续流二极管)等半导体元件的基板,利用于逆变器装置等。

[0003] 在这种半导体模块中,例如在专利文献1~3中,在绝缘基板(也可以被称为层叠基板)之上配置有半导体元件,在半导体元件的上表面电极配置有布线用的金属布线板(也可以被称为引线框)。金属布线板例如通过对金属板进行冲压加工而形成规定的形状。金属布线板的一端经由焊料等接合材料与上表面电极电接合。

[0004] 在半导体模块中,在壳体构件的内部填充有密封树脂,包括金属布线板在内的内部构造被密封树脂覆盖。为了提高密封树脂相对于金属布线板的密合强度,在专利文献4中,在金属布线板形成有开放部窄于底部的宽度的蚁穴状的槽,在专利文献5中,在金属布线板形成有格子状的多个槽。

[0005] 在专利文献6~9中,记载有在金属布线板的表面形成多个浅坑,并在浅坑的内壁设置突起(返回部、折返部、钩状部)来提高密封树脂的密合强度。作为这样的形成浅坑的方法,利用第一次冲压加工形成孔,对孔的周缘进行第二次冲压加工来使孔的局部变形,而在内壁突出有突起。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2018-088448号公报

[0009] 专利文献2:日本特开2016-139635号公报

[0010] 专利文献3:日本特开2015-176871号公报

[0011] 专利文献4:日本特开平6-163773号公报

[0012] 专利文献5:日本特开2021-077718号公报

[0013] 专利文献6:日本特开平7-273270号公报

[0014] 专利文献7:日本特开2005-191178号公报

[0015] 专利文献8:日本特开2017-005124号公报

[0016] 专利文献9:日本特开2007-258587号公报

发明内容

[0017] 发明要解决的问题

[0018] 另外,在这种半导体模块中,功率半导体元件伴随开关动作而发热。在上述那样在功率半导体元件的表面焊接有金属布线板的构造中,由于伴随温度变化而产生的内部应力

的变动,有可能在接合部分产生变形。其结果,设想有密封树脂相对于金属布线板的接合部分的密合性降低的情况。

[0019] 本发明是鉴于这一点而做成的,其目的之一在于,提供一种能够提高金属布线板的接合部与密封树脂之间的密合性的半导体模块。

[0020] 用于解决问题的方案

[0021] 本发明的一技术方案的半导体模块具备:层叠基板,其在绝缘板的上表面配置有多个电路板;半导体元件,其配置于至少一个所述电路板的上表面;以及金属布线板,其配置于所述半导体元件的上表面,所述金属布线板具有板状的接合部,该接合部经由接合材料与所述半导体元件的上表面接合,该半导体模块具有使所述接合部的上表面粗糙化的多个粗糙化凹部,多个所述粗糙化凹部各自俯视时呈六边形。

[0022] 发明的效果

[0023] 根据本发明,能够在半导体模块中提高金属布线板的接合部与密封树脂之间的密合性。

附图说明

[0024] 图1是从上方观察本实施方式的半导体装置的示意图。

[0025] 图2是将图1所示的半导体装置沿着A-A线剖切而成的剖视图。

[0026] 图3是本实施方式的金属布线板的放大图。

[0027] 图4是表示应用了本实施方式的金属布线板的半导体模块的具体例的俯视图。

[0028] 图5是本实施方式的半导体装置的等效电路图。

[0029] 图6是以箭头B的朝向观察图3所示的金属布线板的第1接合部的情况的俯视图

[0030] 图7是沿着图6的C-C线剖切而成的剖视图。

[0031] 图8是图6的D部分的放大图。

[0032] 图9是图6的D部分的放大图。

[0033] 图10是表示设于金属布线板的第1接合部的粗糙化凹部的第1变形例的俯视图。

[0034] 图11是表示设于金属布线板的第1接合部的粗糙化凹部的第2变形例的俯视图。

具体实施方式

[0035] 以下,说明能够应用本发明的半导体模块和半导体装置。首先,参照图1至图5说明半导体模块以及半导体装置的整体和半导体模块以及半导体装置所具备的金属布线板的概略的结构。图1是从上方观察本实施方式的半导体装置的示意图。图2是将图1所示的半导体装置沿着A-A线剖切而成的剖视图。图3是本实施方式的金属布线板的放大图。图4是表示应用了本实施方式的金属布线板的半导体模块的具体例的俯视图。图5是本实施方式的半导体装置的等效电路图。在此,作为半导体元件3,设为将IGBT与FWD的反向并联电路串联连接而成的结构。

[0036] 另外,在以下的附图中,将半导体模块(冷却器)的长度方向定义为X方向,将半导体模块(冷却器)的宽度方向定义为Y方向,将高度方向(基板的厚度方向)定义为Z方向。另外,半导体模块的长度方向表示多个电路板排列的方向。图示的X、Y、Z各轴彼此正交,构成右手系。另外,根据情况,有时将X方向称为左右方向,将Y方向称为前后方向,将Z方向称为

上下方向。这些方向(前后左右上下方向)是为了便于说明而使用的用语,根据半导体模块的安装姿势的不同,有时与XYZ方向各自的对应关系会发生变化。例如,将半导体模块的散热面侧(冷却器侧)称为下表面侧,将其相反侧称为上表面侧。另外,在本说明书中,俯视是指从Z方向观察半导体模块的上表面或者下表面的情况。另外,各图中的纵横比、各构件彼此的大小关系只是通过示意图表示,因此未必一致。为了便于说明,也设想有夸张地表现各构件彼此的大小关系的情况。

[0037] 本实施方式的半导体装置100例如应用于工业用或车载用电动机的逆变器等电力转换装置。如图1和图2所示,半导体装置100在冷却器10的上表面配置半导体模块1而构成。此外,对半导体模块1而言,冷却器10为任意的结构。

[0038] 冷却器10用于将半导体模块1的热向外部释放,整体上具有长方体形状。虽未特别图示,但冷却器10在底板的下表面侧设有多个散热片,并将这些散热片收纳于水冷套而构成。此外,冷却器10并不限于此,能够适当变更。

[0039] 半导体模块1在壳体11内配置层叠基板2、半导体元件3以及金属布线板4等而构成。

[0040] 层叠基板2例如由DCB(Direct Copper Bonding:直接敷铜)基板、AMB(Active Metal Brazing:活性金属钎焊)基板或金属基底基板构成。层叠基板2通过层叠绝缘板20、散热板21和多个电路板22而构成,整体上形成为俯视矩形形状。

[0041] 具体而言,绝缘板20由具有上表面和下表面的板状体形成,具有在X方向上较长的俯视矩形形状。绝缘板20例如可以由氧化铝(Al_2O_3)、氮化铝(AlN)、氮化硅(Si_3N_4)、氧化铝(Al_2O_3)和氧化锆(ZrO_2)等陶瓷材料形成。

[0042] 另外,绝缘板20例如可以由环氧树脂、聚酰亚胺树脂等热固性树脂、或者在热固性树脂中使用了玻璃、陶瓷材料作为填料的复合材料形成。绝缘板20优选具有挠性,例如可以由含有热固性树脂的材料形成。此外,绝缘板20也可以被称为绝缘层或绝缘膜。

[0043] 散热板21在Z方向上具有规定的厚度,具有在Y方向上较长的俯视矩形形状。散热板21例如由铜、铝等的导热性良好的金属板形成。散热板21配置于绝缘板20的下表面。散热板21的下表面为相对于作为半导体模块1的安装对象的冷却器10的被安装面,并且还作为用于释放半导体模块1的热的散热面(散热区域)发挥功能。散热板21经由焊料等接合材料S1与冷却器10的上表面接合。散热板21也可以经由导热脂、导热化合物等导热材料配置于冷却器10的上表面。

[0044] 多个电路板22各自具有规定的厚度,并配置于绝缘板20的上表面。各个电路板22形成为在电学上独立的岛状。例如,电路板22具有俯视矩形形状,沿X方向排列地配置于绝缘板20上。此外,电路板22并不是如图1所示那样限定为两个,而能够适当变更。如图4所示,也可以在绝缘板20上配置有3个以上的电路板22。另外,电路板22的形状、配置部位等也并不限于此,而能够适当变更。这些电路板22例如由铜、铝等的导热性良好的金属板形成。电路板22也可被称为电路层或电路图案。

[0045] 在规定的电路板22(X方向负侧的电路板22)的上表面经由焊料等接合材料S2配置有半导体元件3。半导体元件3由例如硅(Si)、碳化硅(SiC)等的半导体基板形成为俯视矩形形状。半导体元件3可以是功率半导体元件。在半导体元件3使用有IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)、功率MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect

Transistor)等开关元件、FWD(Free Wheeling Diode)等二极管。

[0046] 在本实施方式中,半导体元件3由将IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)元件和FWD(Free Wheeling Diode)元件的功能一体化而成的RC(Reverse Conducting:反向导通)-IGBT元件构成。

[0047] 此外,半导体元件3并不限于此,也可以组合上述的开关元件、二极管等而构成。例如,IGBT元件与FWD元件也可以分体地构成。另外,作为半导体元件3,也可以使用相对于反偏压具有充分的耐压的RB(Reverse Blocking:反向阻断)-IGBT等。另外,半导体元件3的形状、配置数量、配置部位等能够适当变更。

[0048] 另外,半导体元件3在上表面和下表面分别形成有电极(未图示)。例如,上表面侧的电极(上表面电极)由发射极电极(源电极)或栅极电极构成,下表面侧的电极(下表面电极)由集电极电极(漏极电极)构成。

[0049] 此外,本实施方式的半导体元件3是在半导体基板形成有上述这样的功能元件的所谓的纵型的开关元件,但并不限于此,也可以是横型的开关元件。

[0050] 在半导体元件3的上表面配置有金属布线板4。金属布线板4由具有上表面和下表面的板状体构成,例如由铜材料、铜合金系材料、铝合金系材料、铁合金系材料等金属材料形成。金属布线板4例如利用冲压加工而形成成为规定的形状。此外,以下所示的金属布线板4的形状只表示一个例子,而能够适当变更。另外,金属布线板也可以被称为引线框。

[0051] 本实施方式的金属布线板4是在俯视时以跨多个电路板22的方式沿X方向延伸的长条体,在侧视时具有弯曲了多次而成的曲柄形状。具体而言,如图2和图3所示,金属布线板4构成为包括:第1接合部40,其经由接合材料S3与半导体元件3的上表面(上表面电极)接合;第2接合部41,其经由接合材料S4与X方向正侧的电路板22的上表面接合;以及连结部42,其连结第1接合部40和第2接合部41。

[0052] 金属布线板4的Y方向上的宽度自第1接合部40到第2接合部41为同样的大小。另外,第1接合部40、第2接合部41以及连结部42在俯视时沿着X方向排成一列地配置。此外,金属布线板4的Y方向上的宽度不是必须自第1接合部40到第2接合部41为同样的大小,如图4所示,也可以各自具有不同的宽度。另外,第1接合部40、第2接合部41以及连结部42不是必须排成一列地配置,如图4所示,也可以各自以倾斜地偏移的方式配置。

[0053] 第1接合部40形成为在俯视时小于半导体元件3的外形的矩形形状,包括具有上表面和下表面的板状部分。在第1接合部40的靠X方向正侧(连结部42侧)的端部形成有第1弯曲部43,该第1弯曲部43呈大致直角地弯曲并向上方立起。在第1弯曲部43的上端连接有连结部42的一端(左端)。

[0054] 第2接合部41形成为在俯视时小于电路板22的外形的矩形形状,包括具有上表面和下表面的板状部分。在第2接合部41的靠X方向负侧(连结部42侧)的端部形成有第2弯曲部44,该第2弯曲部44呈大致直角地弯曲并向上方立起。在第2弯曲部44的上端连接有连结部42的另一端(右端)。

[0055] 连结部42在水平方向上延伸,如上所述,一端连结于第1弯曲部43,另一端连结于第2弯曲部44。

[0056] 第1弯曲部43的Z方向上的长度比第2弯曲部44的Z方向上的长度短出与半导体元件3的厚度对应的量。即,第1接合部40和第2接合部41设于高度不同的位置。更具体而言,第

1接合部40设于高于第2接合部41的位置。

[0057] 此外,上述的金属布线板4的形状、个数、配置部位等只是一个例子,并不限定于此,能够适当变更。如图4所示,也可以针对一个半导体模块配置多个(例如4个)金属布线板4,详细情况随后叙述。此外,在本实施方式中,由上述的半导体元件3、金属布线板4以及后述的主端子等形成例如图5所示的逆变器电路。

[0058] 层叠基板2、半导体元件3以及金属布线板4的周围被壳体11包围。壳体11具有俯视四方环状的筒形状或者框形状,例如由合成树脂形成。壳体11也可以由例如环氧树脂、硅橡胶等热固性树脂材料形成。壳体11的下端经由粘接剂(未图示)粘接于冷却器10的上表面,上端延伸到充分高于金属布线板4的上表面的位置。由此,壳体11包围层叠基板2、半导体元件3以及金属布线板4的周围,划定收纳层叠基板2、半导体元件3以及金属布线板4的空间。

[0059] 在由壳体11规定的内部空间填充有密封树脂5。密封树脂5可以填充到上表面到达壳体11的上端。由此,层叠基板2、半导体元件3以及金属布线板4被密封。金属布线板4的整体被密封树脂5覆盖。

[0060] 密封树脂5例如可以由热固性的树脂构成。密封树脂5优选至少包含环氧、有机硅、聚氨酯、聚酰亚胺、聚酰胺以及聚酰胺-酰亚胺中的任一者。从绝缘性、耐热性以及散热性的观点来看,密封树脂5优选例如混入有填料的环氧树脂。

[0061] 另外,如图4所示的具体例那样,也可以在壳体11设有主电流用的多个主端子60和控制用的多个控制端子61。主端子60由板状的长条体形成,埋入于壳体11的侧壁。在图4中,在壳体11的位于Y方向负侧的侧壁沿X方向排列地配置有构成N端子、P端子的两个主端子60。另外,在壳体11的位于Y方向正侧的侧壁配置有构成M端子的主端子60。

[0062] 如上所述,在本实施方式中,由半导体元件3、金属布线板4以及主端子60等形成例如图5所示的逆变器电路。这些主端子60(N端子、P端子、M端子)各自对应于图5中的IN(N)(也可以被称为低电位侧输入端子或负极端子)、IN(P)(也可以被称为高电位侧输入端子或正极端子)、OUT(M)(也可以被称为输出端子或中间端子)。

[0063] 另外,控制端子61由板状的长条体形成,埋入于壳体11的位于Y方向正侧的侧壁。控制端子61经由接合线等布线构件与半导体元件3的规定的控制电极电连接。这些主端子60和控制端子61由铜材料、铜合金系材料、铝合金系材料、铁合金系材料等金属材料形成,具有规定的电导率和规定的机械强度。主端子60和控制端子61的形状、个数、配置部位等并不限定于此,而能够适当变更。

[0064] 另外,在半导体模块中,谋求防止剥离沿着金属布线板与密封树脂之间的界面进展。作为减少剥离的方法,例如考虑有增大金属布线板的表面积而提高金属布线板与密封树脂之间的密合性(锚固效应)。作为增大金属布线板的表面积的方法,可列举在金属布线板的表面形成凹凸形状而使其表面粗糙化的方法。

[0065] 对于本实施方式,在金属布线板的上表面设置粗糙化凹部而使其表面粗糙化的结构中,提高多个粗糙化凹部的配置密度,并且使密封树脂相对于金属布线板的剥离难以进展,与以往的构造相比提高锚固效应。

[0066] 具体而言,本实施方式将构成半导体模块1的金属布线板4的第1接合部40的上表面作为表面粗糙化的对象。图6是以箭头B的朝向观察图3所示的金属布线板4的第1接合部40的情况的俯视图。图7是沿着图6的C-C线剖切而成的剖视图。图8和图9是图6的D部分的放

大图。

[0067] 如图6所示,俯视时呈矩形形状的第1接合部40在X方向上的顶端侧(与连结部42相反的端部)具有顶端外缘40a,在X方向上的与顶端外缘40a相反的一侧的端部具有成为与第1弯曲部43之间的边界的边界部40b。顶端外缘40a和边界部40b各自为在Y方向上延伸的直线状的形状。另外,第1接合部40具有在X方向上延伸并连接顶端外缘40a和边界部40b的两端的一对侧方外缘40c和侧方外缘40d。顶端外缘40a、边界部40b、侧方外缘40c以及侧方外缘40d构成俯视时呈矩形形状的第1接合部40的外缘。

[0068] 如图6所示,在第1接合部40的上表面设置多个粗糙化凹部45而使其表面粗糙化。各个粗糙化凹部45在俯视时呈六边形。第1接合部40与密封树脂5之间的界面处的剥离容易自第1接合部40的端部(外缘)发生。六边形的粗糙化凹部45容易高密度地配置,在第1接合部40的上表面遍及各处地设置粗糙化凹部45,从而能够抑制在第1接合部40的端部产生的剥离朝向第1接合部40的内侧区域行进,详细情况随后叙述。

[0069] 如图7所示,各个粗糙化凹部45是在Z方向上的一端(下方)具有底面45a且Z方向上的另一端(上方)向第1接合部40的上表面开口的有底的凹部。底面45a呈正六边形,具有自底面45a的六个边分别在Z方向上延伸的六个内壁面45b。也就是说,各个粗糙化凹部45构成由底面45a和六个内壁面45b包围起来的六棱柱形状。多个粗糙化凹部45全部具有相同的形状、大小、深度。

[0070] 此外,如图7所示,在第1接合部40的上表面与密封树脂5之间的界面也可以夹设有涂布膜F。

[0071] 通过设置多个粗糙化凹部45,从而第1接合部40的上表面被粗糙化而表面积增加,提高第1接合部40的上表面与密封树脂5之间的密合性(锚固效应)。另外,如图7所示,优选密封树脂5进入于粗糙化凹部45内。由此,能够期待进一步的锚固效应。因而,在半导体元件3的上方,能够抑制伴随热应力而产生的金属布线板4的上表面处的密封树脂5的剥离进展。

[0072] 详细说明多个粗糙化凹部45的配置。如图8所示,多个粗糙化凹部45配置为各自的中心位于俯视时呈六边形格子(正三角形格子)的格子点Q上,并且为相同的朝向。因而,相邻的位置关系的两个粗糙化凹部45以彼此的最靠近的内壁面45b平行的方式配置。在两个相邻的粗糙化凹部45之间(最靠近的内壁面45b之间)具有规定的间隔K。在第1接合部40的整个上表面以间隔K均等的方式等间隔地配置有多个粗糙化凹部45。

[0073] 通过应用俯视时呈六边形的粗糙化凹部45,从而能够在第1接合部40的上表面高密度地配置粗糙化凹部45。特别是,通过使各个粗糙化凹部45的中心位于俯视时呈六边形格子的格子点Q上,并且以相同的朝向配置多个粗糙化凹部45,从而缩窄粗糙化凹部45之间的间隔K,而能够在第1接合部40的上表面以较佳的空间利用率形成多个粗糙化凹部45。因而,与使用俯视时的形状呈矩形等的粗糙化凹部的情况相比,能够实现表面粗糙化的锚固效应的提高。

[0074] 另外,本实施方式不仅粗糙化凹部45的配置密度较高,根据以下说明的理由,防止密封树脂5相对于金属布线板4的剥离的进展的效果也较优异。

[0075] 第1接合部40的上表面具有多个由在第1方向上空开间隔地排列的多个粗糙化凹部45构成的粗糙化凹部列。第1方向是指与第1接合部40的上表面平行的任意的直线所延伸的方向。而且,相邻的两个粗糙化凹部列在第1方向上使彼此的粗糙化凹部45的位置错开地

配置,并且在与第1方向正交的第2方向上具有彼此的粗糙化凹部45的局部重叠的区域(重叠区域)。

[0076] 参照图9说明粗糙化凹部列与重叠区域。例如,将X方向设为第1方向,将Y方向设为第2方向。将在X方向上空开间隔(间隔K)地排列的多个粗糙化凹部45设为粗糙化凹部列45X。在图9中,将各个粗糙化凹部列45X所包含的一列粗糙化凹部45利用双点划线的框围起来表示。在粗糙化凹部列45X,将在X方向上排列的粗糙化凹部45的中心的间隔设为间距RX。

[0077] 如图9所示,在Y方向上相邻的两个粗糙化凹部列45X在X方向上使彼此的粗糙化凹部45的位置错开地配置。更详细而言,在Y方向上相邻的两个粗糙化凹部列45X使彼此的粗糙化凹部45在X方向上每次将位置错开间距RX的一半的距离(半间距)地交替配置。由此,能够在Y方向上使相邻的两个粗糙化凹部列45X靠近。于是,以一个粗糙化凹部列45X的一个粗糙化凹部45进入于另一个粗糙化凹部列45X的两个粗糙化凹部45之间的方式将相邻的两个粗糙化凹部列45X在Y方向上靠近地配置。其结果,在Y方向上相邻的两个粗糙化凹部列45X在Y方向上的中间区域具有彼此的粗糙化凹部45的局部交替地存在的重叠区域Va。重叠区域Va是在Y方向上具有规定的宽度并且在X方向上延伸的细长的区域。

[0078] 在各个粗糙化凹部列45X的形成区域中,多个粗糙化凹部45在X方向上排列,因此,能够抑制密封树脂5相对于金属布线板4的剥离在X方向上进展。另外,在Y方向上相邻的两个粗糙化凹部列45X之间具有重叠区域Va,在重叠区域Va中,两个粗糙化凹部列45X的多个粗糙化凹部45的局部交替地配置,因此,能够抑制密封树脂5相对于金属布线板4的剥离在X方向上进展。因而,在第1接合部40的上表面的表面粗糙化的对象范围内,在任意设定的沿X方向延伸的直线上一定配置有粗糙化凹部45,不存在X方向上的整体为非粗糙化区域(未形成粗糙化凹部45的区域)的部位。

[0079] 接着,说明将Y方向设为第1方向,将X方向设为第2方向的情况。将在Y方向上空开间隔地排列的多个粗糙化凹部45设为粗糙化凹部列45Y。在图9中,将各个粗糙化凹部列45Y所包含的一列粗糙化凹部45利用双点划线的框围起来表示。在粗糙化凹部列45Y,将在Y方向上排列的粗糙化凹部45的中心的间隔设为间距RY。

[0080] 在X方向上相邻的两个粗糙化凹部列45Y在Y方向上使彼此的粗糙化凹部45的位置错开地配置,成为每次在Y方向上将位置错开间距RY的一半的距离(半间距)的交替配置。由此,能够在X方向上使相邻的两个粗糙化凹部列45Y靠近。于是,以一个粗糙化凹部列45Y的一个粗糙化凹部45进入于另一个粗糙化凹部列45Y的两个粗糙化凹部45之间的方式将相邻的两个粗糙化凹部列45Y在X方向上靠近地配置。其结果,在X方向上相邻的两个粗糙化凹部列45Y在X方向上的中间区域具有彼此的粗糙化凹部45的局部交替地存在的重叠区域Vb。重叠区域Vb是在X方向上具有规定的宽度并且在Y方向上延伸的细长的区域。

[0081] 在各个粗糙化凹部列45Y的形成区域中,多个粗糙化凹部45在Y方向上排列,因此,能够抑制密封树脂5相对于金属布线板4的剥离在Y方向上进展。另外,在X方向上相邻的两个粗糙化凹部列45Y之间具有重叠区域Vb,在重叠区域Vb中,两个粗糙化凹部列45Y的多个粗糙化凹部45的局部交替地配置,因此,能够抑制密封树脂5相对于金属布线板4的剥离在Y方向上进展。因而,在第1接合部40的上表面的表面粗糙化的对象范围内,在任意设定的沿Y方向延伸的直线上一定配置有粗糙化凹部45,不存在Y方向上的整体为非粗糙化区域(未形成粗糙化凹部45的区域)的部位。

[0082] 而且,在本实施方式中,不仅在沿X方向延伸的任意的直线上和沿Y方向延伸的任意的直线上,在沿与X方向和Y方向交叉的方向(倾斜方向)延伸的任意的直线上也一定配置有粗糙化凹部45,不存在倾斜方向上的整体为非粗糙化区域(未形成粗糙化凹部45的区域)的部位。

[0083] 例如,作为倾斜方向的一个例子,在图9中示出倾斜方向T1。另外,将与倾斜方向T1正交的方向设为正交方向T2。倾斜方向T1是相对于X方向以 60° (120°) 倾斜且相对于Y方向以 30° (150°) 倾斜的方向。说明将倾斜方向T1设为第1方向且将正交方向T2设为第2方向的情况。将在倾斜方向T1上空开间隔地排列的多个粗糙化凹部45设为粗糙化凹部列45T。在图9中,将各个粗糙化凹部列45T所包含的一系列粗糙化凹部45利用双点划线的框围起来表示。在粗糙化凹部列45T,将在倾斜方向T1上排列的粗糙化凹部45的中心的间隔设为间距RT。

[0084] 在正交方向T2上相邻的两个粗糙化凹部列45T使彼此的粗糙化凹部45的位置在倾斜方向T1上错开地配置,成为每次将位置在倾斜方向T1上错开间距RT的一半(半间距)的交替配置。由此,能够使相邻的两个粗糙化凹部列45T在正交方向T2方向上靠近。于是,以一个粗糙化凹部列45T的一个粗糙化凹部45进入于另一个粗糙化凹部列45T的两个粗糙化凹部45之间的方式使相邻的两个粗糙化凹部列45T在正交方向T2上靠近地配置。其结果,在正交方向T2上相邻的两个粗糙化凹部列45T在正交方向T2上的中间区域具有彼此的粗糙化凹部45的局部交替地存在的重叠区域Vc。重叠区域Vc是在正交方向T2上具有规定的宽度且在倾斜方向T1上延伸的细长的区域。

[0085] 在各个粗糙化凹部列45T的形成区域中,多个粗糙化凹部45在倾斜方向T1上排列,因此,能够抑制密封树脂5相对于金属布线板4的剥离在倾斜方向T1上进展。另外,在正交方向T2上相邻的两个粗糙化凹部列45T之间具有重叠区域Vc,在重叠区域Vc中,两个粗糙化凹部列45T的多个粗糙化凹部45的局部交替地配置,因此,能够抑制密封树脂5相对于金属布线板4的剥离在倾斜方向T1上进展。因而,在第1接合部40的上表面的表面粗糙化的对象范围内,在任意设定的沿倾斜方向T1延伸的直线上一定配置有粗糙化凹部45,不存在倾斜方向T1上的整体为非粗糙化区域(未形成粗糙化凹部45的区域)的部位。

[0086] 作为在第1接合部40的上表面中非粗糙化区域不连续的方向(第1方向),在图9中例示了X方向、Y方向、倾斜方向T1,但在本实施方式的粗糙化凹部45的配置构造中,在第1接合部40的上表面的表面粗糙化的对象范围内的所有方向上,都不存在非粗糙化区域直线地连续的部位。

[0087] 例如,虽然省略详细说明,但在将图9的正交方向T2设为第1方向且将倾斜方向T1设为第2方向的情况下,与上述情况同样的条件(相邻的两个粗糙化凹部列的重叠)成立,也能够得到与上述情况同样的效果。也就是说,在第1接合部40的上表面的表面粗糙化的对象范围内,在任意设定的沿正交方向T2延伸的直线上一定配置有粗糙化凹部45,不存在正交方向T2上的整体为非粗糙化区域(未形成粗糙化凹部45的区域)的部位。

[0088] 因而,当在第1接合部40的端部(外缘)产生了密封树脂5相对于金属布线板4的剥离的情况下,在自该端部朝向第1接合部40的内侧的任一方向上都存在粗糙化凹部45,能够得到防止剥离进展的效果。

[0089] 在图6至图9的上述实施方式中,将俯视时构成六边形的各个粗糙化凹部45以六个内壁面45b中的两个内壁面45b与Y方向平行的朝向配置。在图10和图11中表示以与该朝向

不同的朝向配置粗糙化凹部45的变形例。

[0090] 图10所示的第1变形例将俯视时构成六边形的各个粗糙化凹部45以六个内壁面45b中的两个内壁面45b与X方向平行的朝向配置。也就是说,是将各个粗糙化凹部45的朝向相对于图6所示的粗糙化凹部45的朝向旋转了 90° (270°)的配置。

[0091] 图11所示的第2变形例将俯视时构成六边形的各个粗糙化凹部45以六个内壁面45b均相对于X方向和Y方向非平行的朝向配置。具体而言,是将各个粗糙化凹部45的朝向相对于图6所示的粗糙化凹部45的朝向旋转了 45° (135°)的配置。

[0092] 在能够在第1接合部40的上表面高密度地配置多个粗糙化凹部45的方面、以及在利用多个粗糙化凹部45而表面粗糙化的区域中不存在非粗糙化区域直线地连续的部位(在沿着第1接合部40的上表面的任意的直线上一定存在粗糙化凹部45)的方面,第1变形例和第2变形例均与上述实施方式共同。因而,能够得到与实施方式同样的效果。

[0093] 对于图11所示的第2变形例,粗糙化凹部45的六个内壁面45b均相对于第1接合部40的顶端外缘40a、边界部40b、侧方外缘40c以及侧方外缘40d不平行,相伴于此,第1接合部40的外缘侧处的粗糙化凹部45的配置密度存在一些偏差。

[0094] 相对于此,对于图6所示的上述实施方式,粗糙化凹部45的六个内壁面45b中的两个内壁面45b与第1接合部40的顶端外缘40a及边界部40b平行,在沿着侧方外缘40c和侧方外缘40d的位置均等地配置有粗糙化凹部45。另外,对于图10所示的第1变形例,粗糙化凹部45的六个内壁面45b中的两个内壁面45b与第1接合部40的侧方外缘40c及侧方外缘40d平行,在沿着顶端外缘40a和边界部40b的位置均等地配置有粗糙化凹部45。

[0095] 因而,在将俯视时呈矩形的第1接合部40设为表面粗糙化的对象的情况下,若考虑第1接合部40的端部(外缘)附近处的粗糙化凹部45的配置效率的良好程度,则优选将多个粗糙化凹部45各自以六个内壁面45b中的两个内壁面45b与第1接合部40的端部(外缘)平行的朝向配置。

[0096] 如以上说明那样,根据本实施方式和变形例的结构,能够得到在金属布线板4的第1接合部40的上表面防止密封树脂5的剥离的较好的效果,提高金属布线板4与密封树脂5之间的密合性。使第1接合部40的上表面粗糙化的多个粗糙化凹部45各自俯视时呈六边形这样的简单的形状,因此,具有容易在金属布线板4上以低成本形成的优点。例如,能够利用针对金属布线板4的冲压加工而形成粗糙化凹部45。

[0097] 由于在第1接合部40的正下方配置有作为热源的半导体元件3,因此,第1接合部40的基于表面粗糙化的锚固效应的影响较大。因而,期望在金属布线板4中的至少第1接合部40的上表面设置多个粗糙化凹部45。

[0098] 对于金属布线板4中的除了第1接合部40以外的部分即连结部42、第1弯曲部43、第2弯曲部44,与第1接合部40相比,对密封树脂5的剥离的影响较小,因此能够适当选择有无粗糙化凹部45。例如,通过仅使第1接合部40表面粗糙化,能够降低金属布线板4的加工成本。在该情况下,第2接合部41、连结部42、第1弯曲部43以及第2弯曲部44的表面是平坦的,其表面粗糙度可以与第1接合部40的下表面的表面粗糙度相等。

[0099] 此外,在上述实施方式中,在金属布线板4的第1接合部40的上表面的大致整体等间隔地配置有多个粗糙化凹部45,但第1接合部40的上表面的局部也可以是不具备粗糙化凹部45的非粗糙化区域。例如,在第1接合部40的上表面连结导线的情况下,连结导线的部

位也可以是非粗糙化区域。另外,还能够将自金属布线板4向上方突出的突出部、贯通金属布线板4的上表面和下表面的贯通孔等应用为非粗糙化区域。无论在哪一情况下,都能够非粗糙化区域的周围高密度地设置粗糙化凹部45,因此,能够得到粗糙化凹部45的上述的效果。

[0100] 在上述实施方式中,设于第1接合部40的上表面的多个粗糙化凹部45的Z方向上的深度相同。通过使多个粗糙化凹部45的深度相同,从而容易进行表面粗糙化的加工,并且容易管理第1接合部40的形状精度。但是,多个粗糙化凹部的深度并未被限定,也能够采用混合有深度不同的粗糙化凹部的结构。

[0101] 在上述实施方式中,设于第1接合部40的上表面的多个粗糙化凹部45在俯视时全部呈相同的大小,但也能够使一部分粗糙化凹部的大小不同。例如,在图11所示的第2变形例中,在第1接合部40的沿着顶端外缘40a、边界部40b、侧方外缘40c以及侧方外缘40d的外缘附近的区域,也可以配置俯视时的面积小于粗糙化凹部45的粗糙化凹部。由此,能够得到粗糙化凹部45的上述效果,并且高效地使表面粗糙化进行到第1接合部40的外缘附近。

[0102] 此外,说明了本实施方式和变形例,但作为其他的实施方式,还可以将上述实施方式和变形例整体或局部地组合。

[0103] 另外,在上述实施方式中,半导体元件的个数和配置部位并不限定于上述结构,而能够适当变更。

[0104] 另外,在上述实施方式中,电路板的个数和布局并不限定于上述结构,而能够适当变更。

[0105] 另外,在上述实施方式中,设为层叠基板、半导体元件形成为俯视矩形形状或方形形状的结构,但并不限定于该结构。这些结构也可以形成为上述以外的多边形形状。

[0106] 另外,本实施方式并不限定于上述的实施方式和变形例,也可以在不脱离技术思想的主旨的范围内进行各种各样的变更、置换、变形。此外,若由于技术的进步或派生的其他技术而能够以其他方式实现技术思想,则也可以使用该方法来实施。因而,权利要求书涵盖了能够包含在技术思想的范围内的所有实施方式。

[0107] 以下,整理上述实施方式中的特征点。

[0108] 上述实施方式的半导体模块具备:层叠基板,其在绝缘板的上表面配置有多个电路板;半导体元件,其配置于至少一个所述电路板的上表面;以及金属布线板,其配置于所述半导体元件的上表面,所述金属布线板具有板状的接合部,该接合部经由接合材料与所述半导体元件的上表面接合,该半导体模块具有使所述接合部的上表面粗糙化的多个粗糙化凹部,多个所述粗糙化凹部各自俯视时呈六边形。

[0109] 另外,多个所述粗糙化凹部配置为各自的中心位于所述接合部的俯视时呈六边形格子的格子点上,并且为相同的朝向。

[0110] 另外,在所述接合部的上表面具有多个由在第1方向上空开间隔地排列的多个所述粗糙化凹部构成的粗糙化凹部列,相邻的两个所述粗糙化凹部列在所述第1方向上使彼此的所述粗糙化凹部的位置错开地配置,并且在与所述第1方向正交的第2方向上具有彼此的所述粗糙化凹部的局部重叠的区域。

[0111] 另外,所述接合部在俯视时呈矩形形状,所述第1方向和所述第2方向包括与所述接合部的边缘平行的方向和与所述接合部的边缘交叉的方向。

[0112] 另外,所述接合部在俯视时呈矩形形状,多个所述粗糙化凹部各自以俯视时构成六边形的六个内壁面中的两个内壁面与所述接合部的外缘平行的朝向配置。

[0113] 产业上的可利用性

[0114] 如以上说明那样,本发明具有能够提高金属布线板的接合部与密封树脂之间的密合性的效果,特别是,对工业用或电装用的半导体模块而言是有用的。

[0115] 本申请基于2022年11月4日申请的日本特愿2022-177079。其内容全部包含在此。

[0116] 附图标记说明

[0117] 1、半导体模块;2、层叠基板;3、半导体元件;4、金属布线板;5、密封树脂;10、冷却器;11、壳体;20、绝缘板;21、散热板;22、电路板;40、第1接合部(接合部);40a、顶端外缘(外缘);40b、边界部(外缘);40c、侧方外缘(外缘);40d、侧方外缘(外缘);41、第2接合部;42、连结部;43、第1弯曲部;44、第2弯曲部;45、粗糙化凹部;45a、底面;45b、内壁面;45T、粗糙化凹部列;45X、粗糙化凹部列;45Y、粗糙化凹部列;60、主端子;61、控制端子;100、半导体装置;F、涂布膜;S1、接合材料;S2、接合材料;S3、接合材料;S4、接合材料;T1、倾斜方向(第1方向、第2方向);T2、正交方向(第1方向、第2方向);Va、重叠区域;Vb、重叠区域;Vc、重叠区域;X、X方向(第1方向、第2方向);Y、Y方向(第1方向、第2方向)。

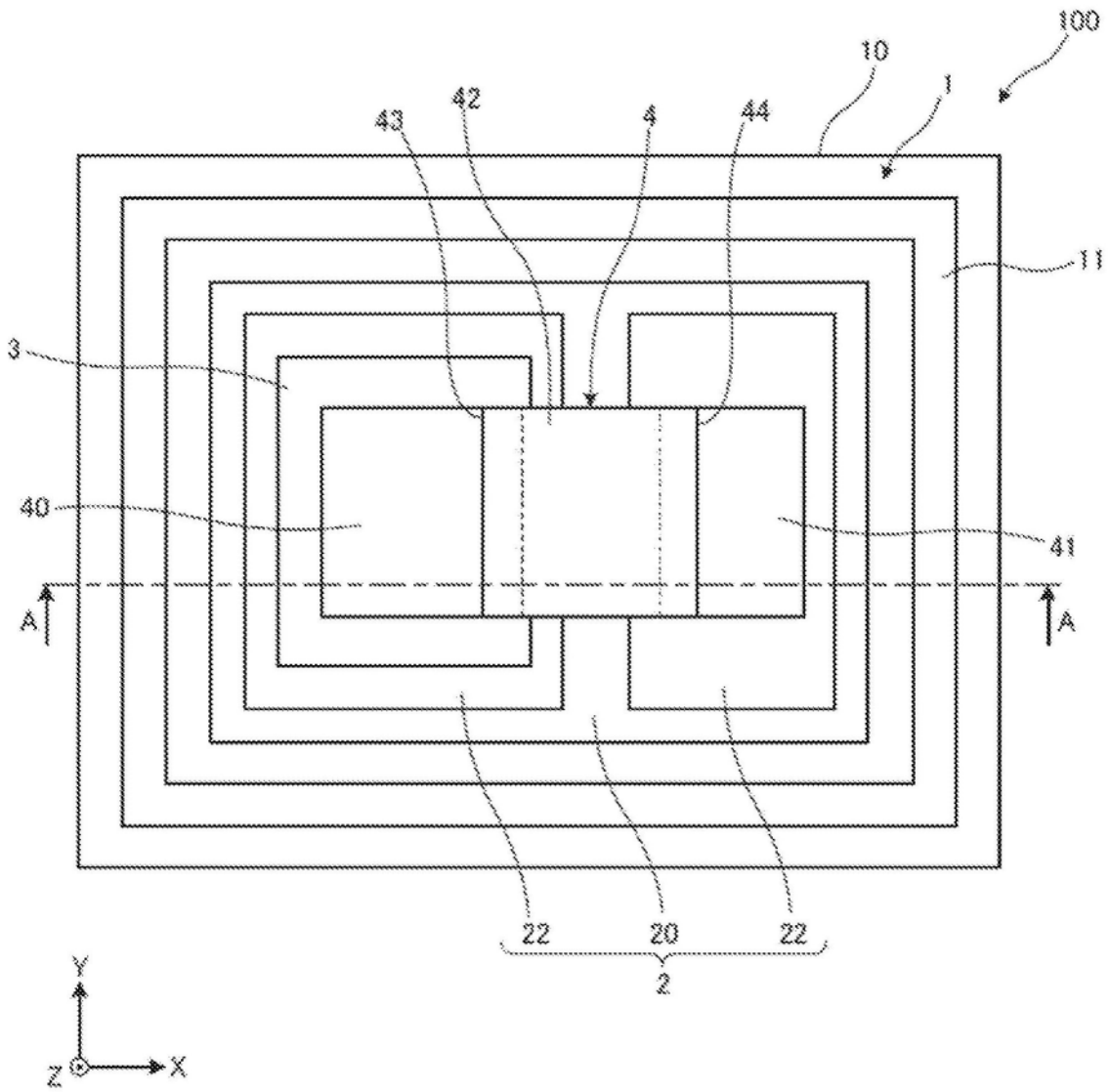


图1

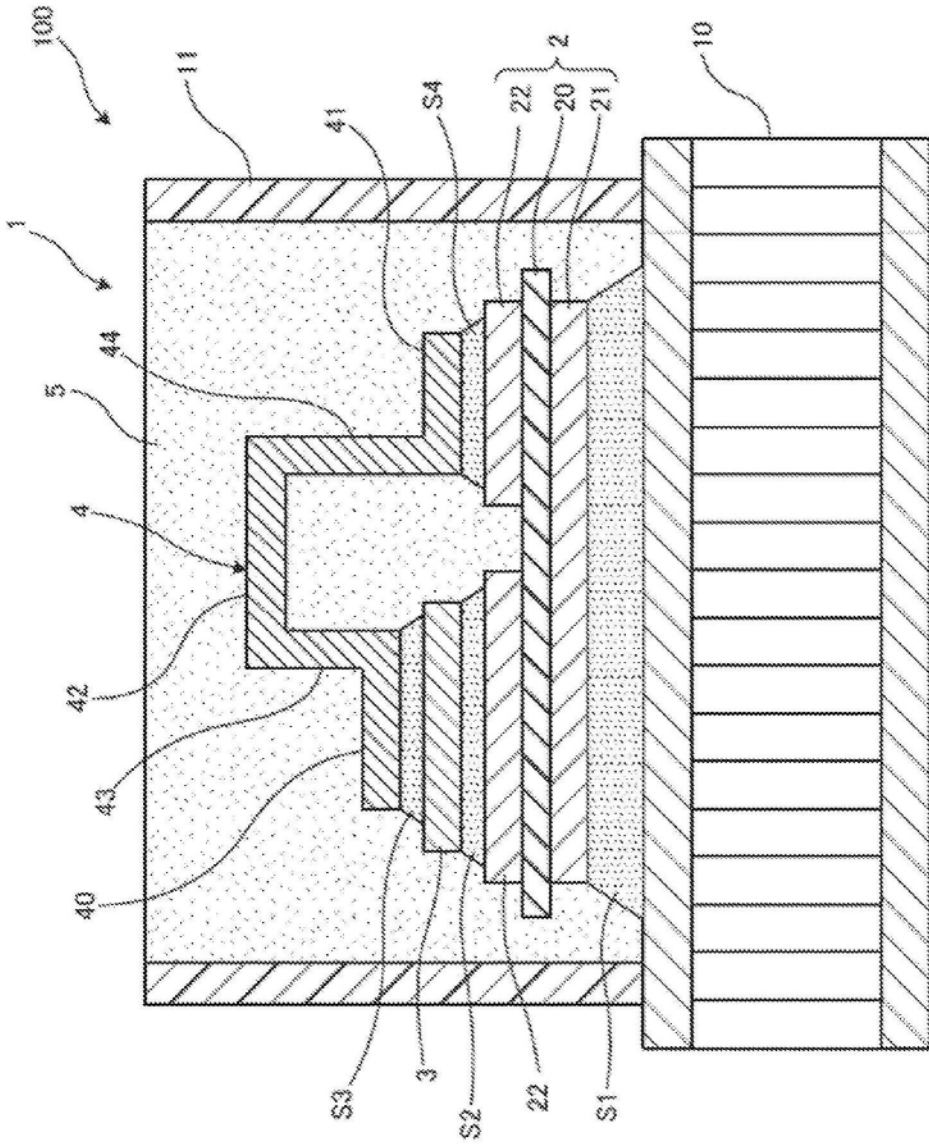


图2

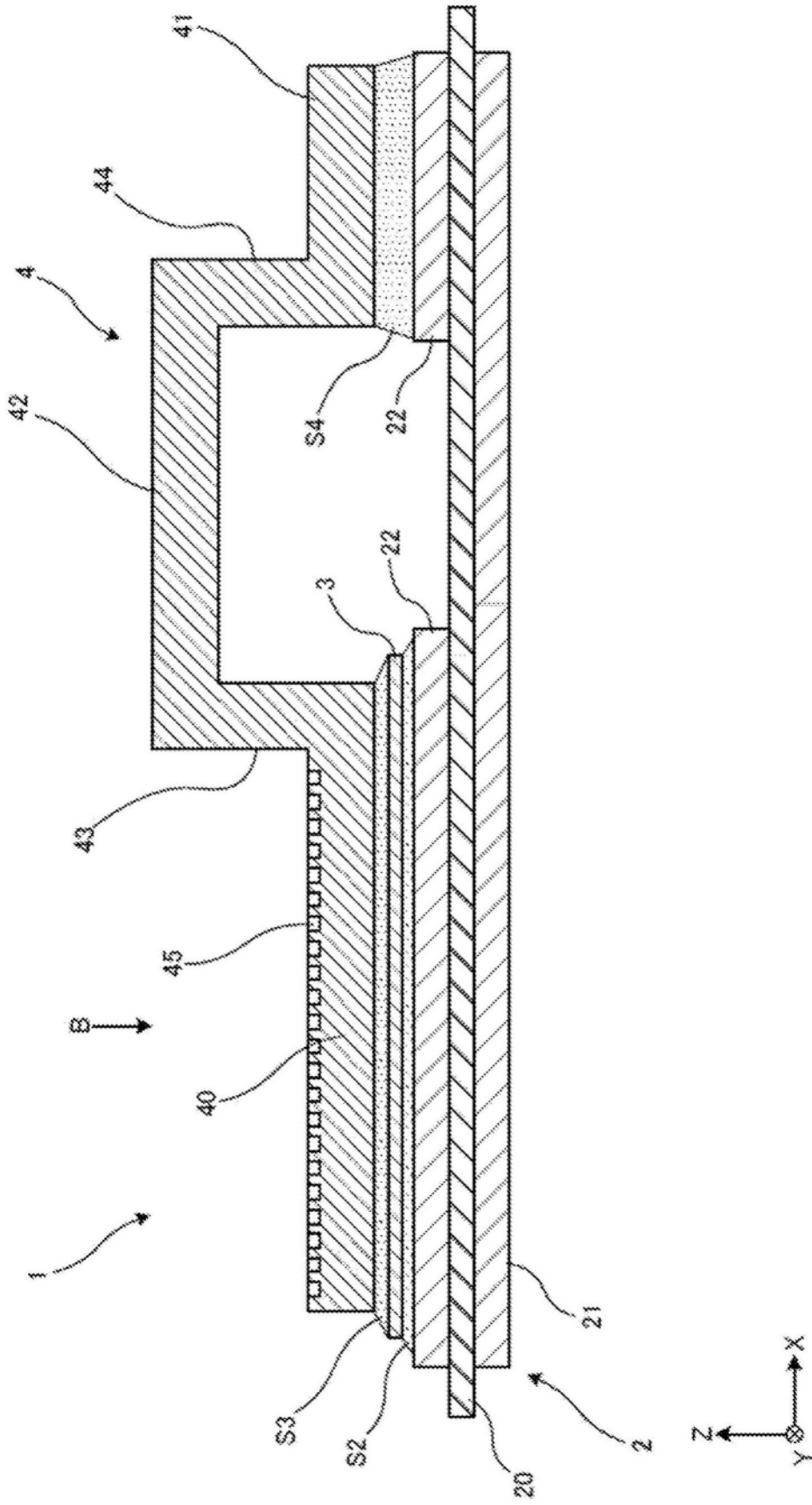


图3

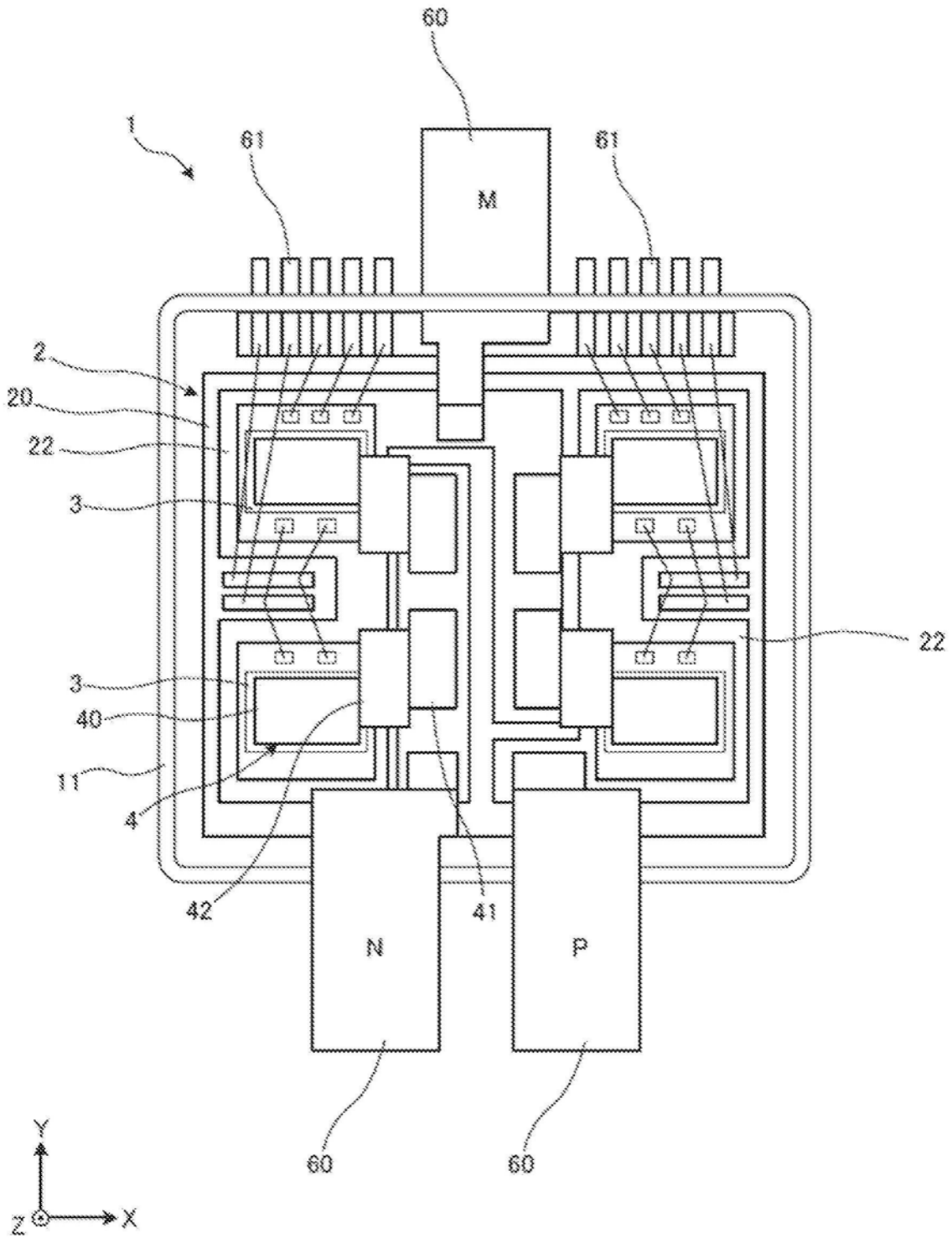


图4

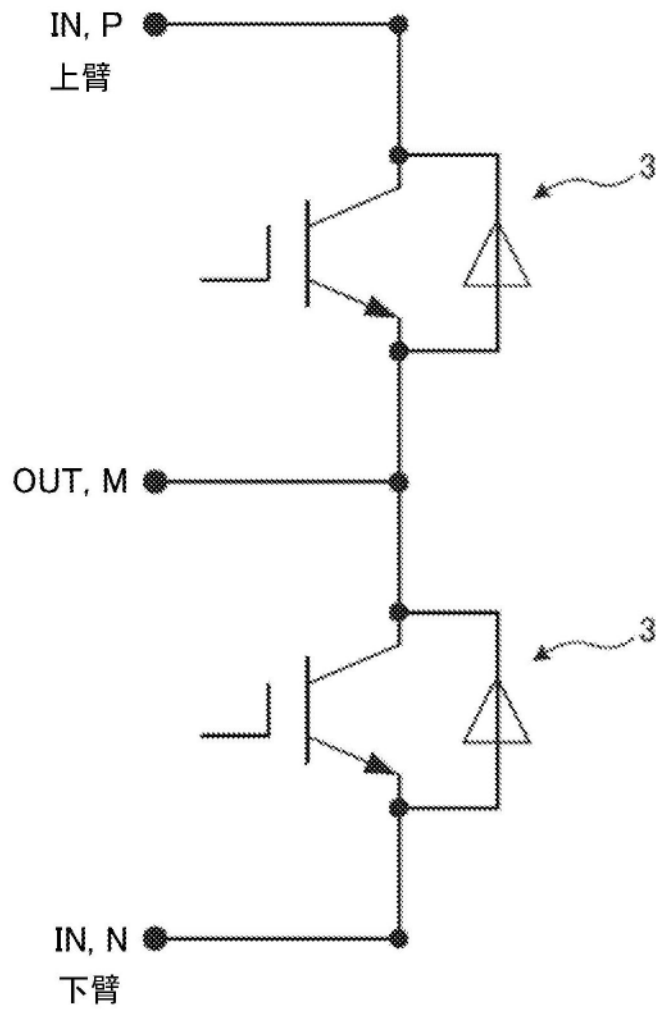


图5

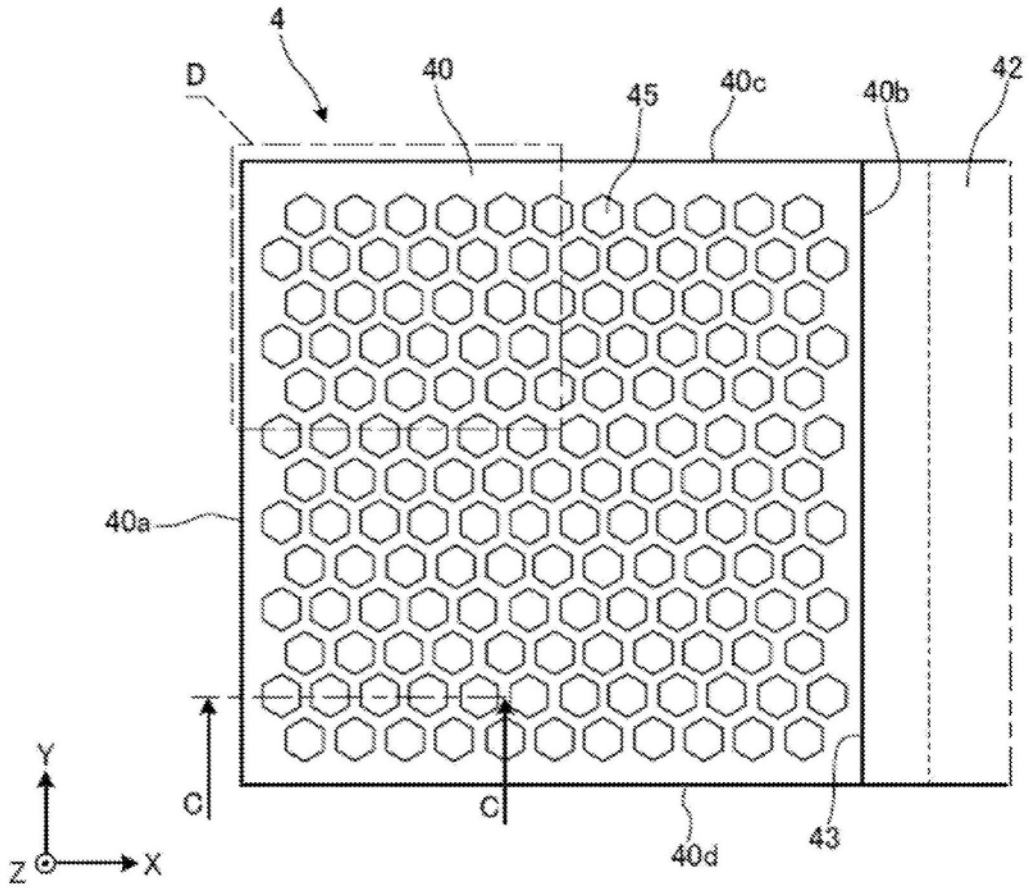


图6

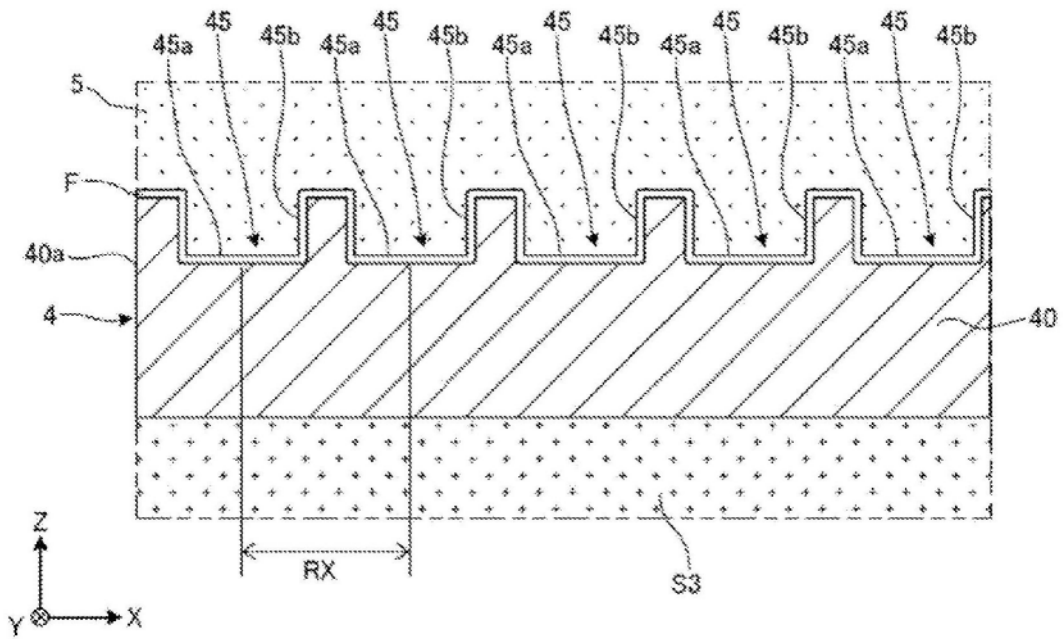


图7

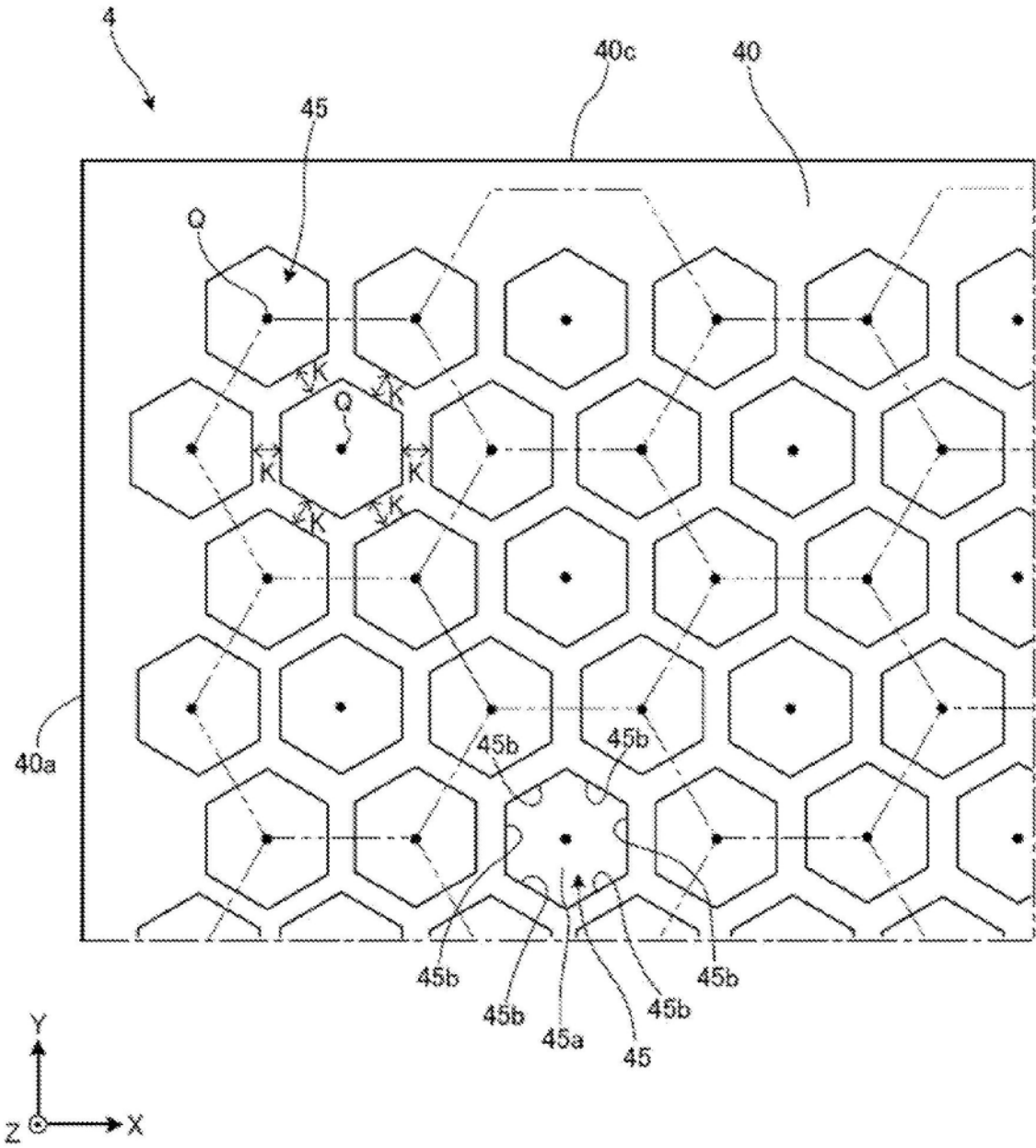


图8

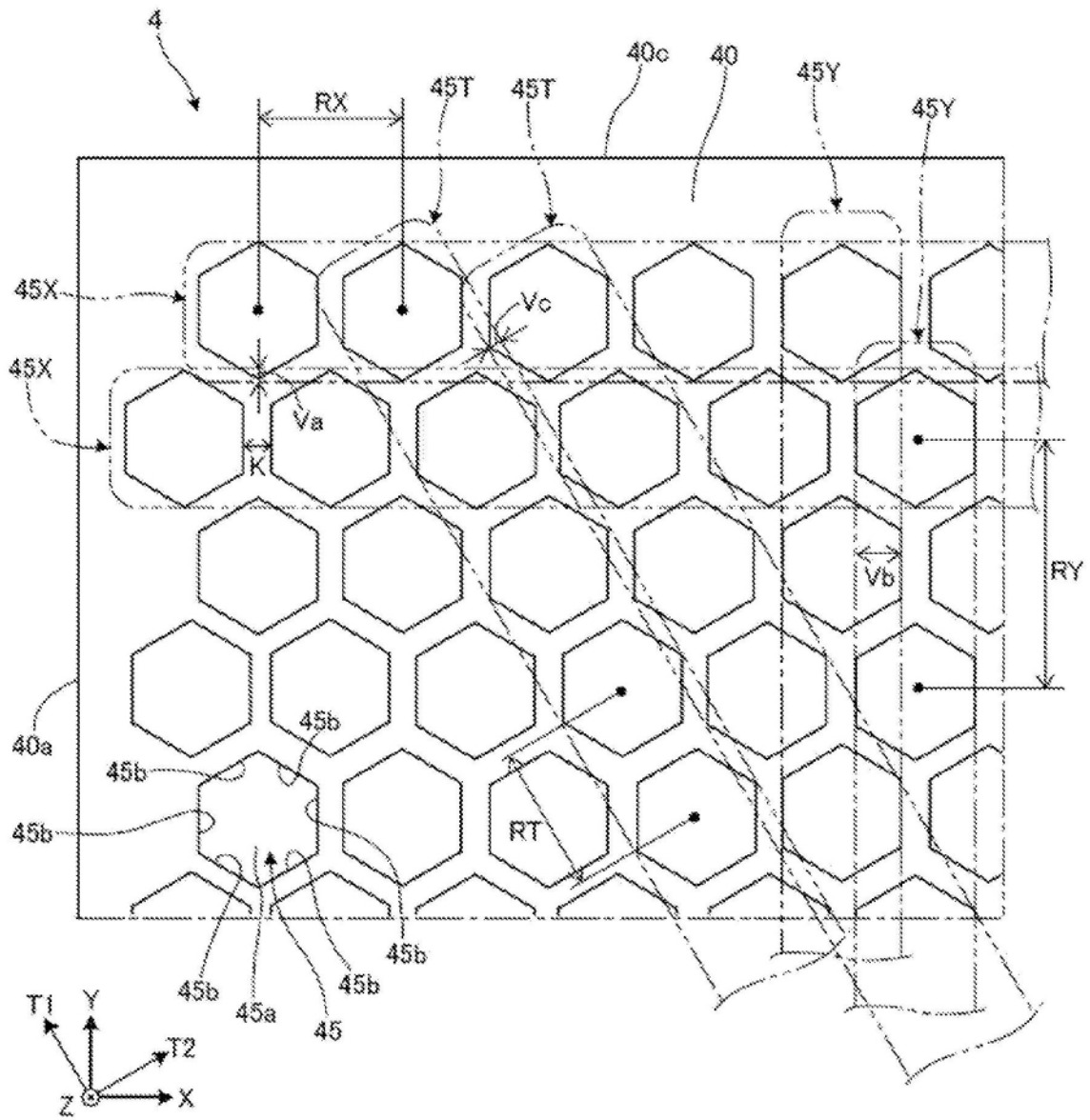


图9

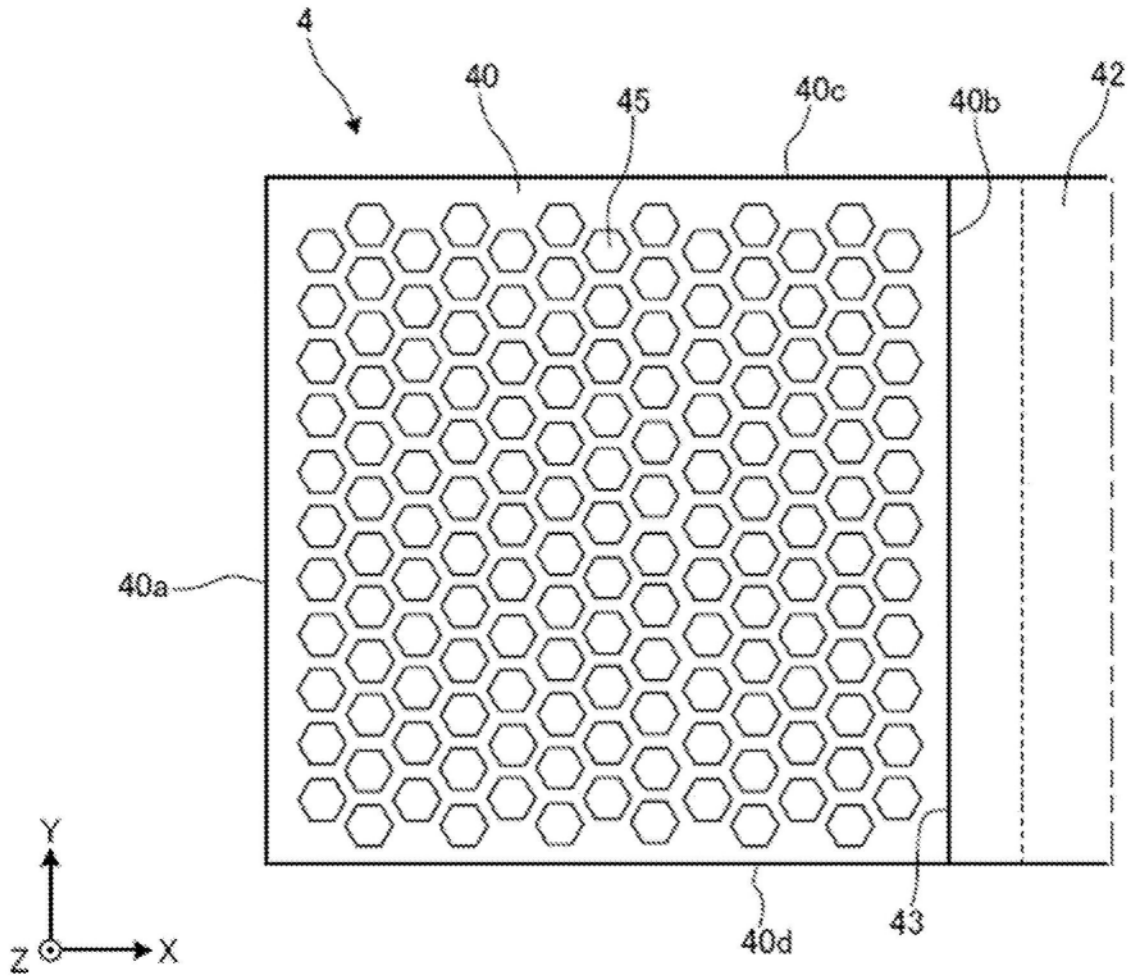


图10

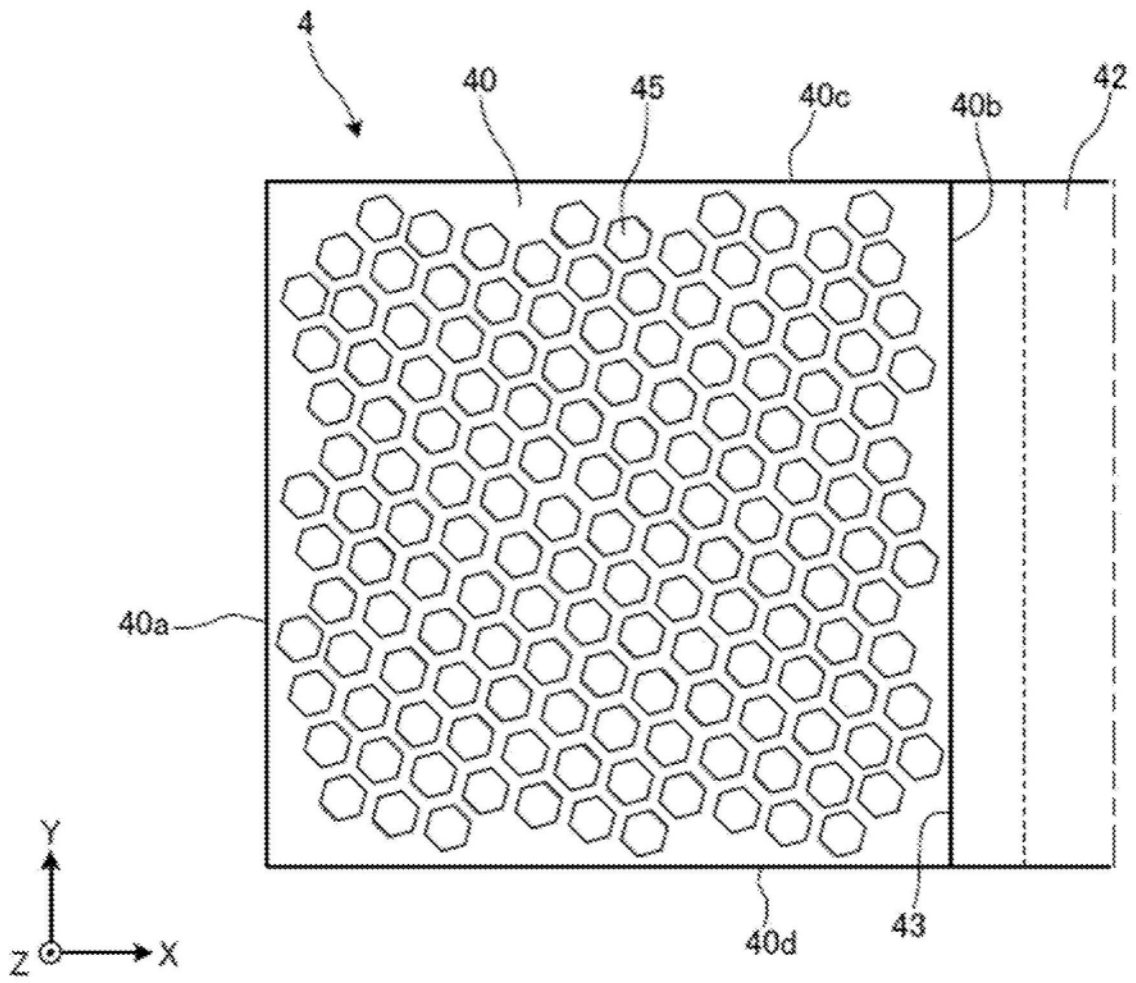


图11